

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2003-110476

(43)Date of publication of application : 11.04.2003

(51)Int.Cl.

H04B 7/10  
H01Q 3/26  
H04B 1/10  
H04B 1/707

(21)Application number : 2001-296618

(71)Applicant : MATSUSHITA ELECTRIC IND CO LTD

(22)Date of filing : 27.09.2001

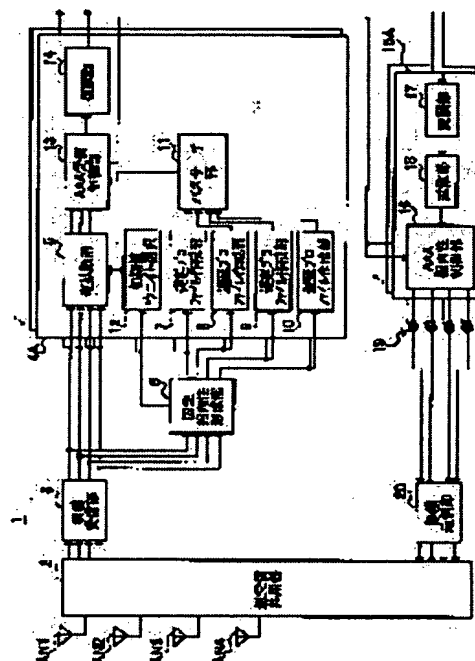
(72)Inventor : HIRAYAMA YOSHICHIKA  
AOYAMA TAKAHISA

## (54) RADIO RECEIVER AND DIRECTIONAL RECEPTION METHOD

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To quickly obtain an optimum wait according to the arrival direction of transmission waves in an adaptive array antenna.

SOLUTION: A fixed wait to a delay profile where the maximum peak is detected by a path search section 11 is selected by an initial value wait selection section 12, and is used as the initial value wait of the optimization algorithm of an adaptive array antenna reception control section 13 to calculate the optimum wait of the adaptive array antenna, thus reducing time until the optimum wait is calculated by an optimization algorithm.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19) 日本国特許庁 (J P)

# (12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号  
**特開2003-110476**  
(P 2 0 0 3 - 1 1 0 4 7 6 A)  
(43) 公開日 平成15年4月11日 (2003.4.11)

(51) Int. Cl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	ターマコード (参考)
H04B 7/10		H04B 7/10	A 5J021
H01Q 3/26		H01Q 3/26	Z 5K022
H04B 1/10		H04B 1/10	W 5K052
1/707		H04J 13/00	D 5K059

審査請求 未請求 請求項の数13 O L (全14頁)

(21) 出願番号 特願2001-296618 (P 2001-296618)  
(22) 出願日 平成13年9月27日 (2001.9.27)

(71) 出願人 000005821  
松下電器産業株式会社  
大阪府門真市大字門真1006番地  
(72) 発明者 平山 佳愛  
神奈川県横浜市港北区綱島東四丁目3番1号 松下通信工業株式会社内  
(72) 発明者 青山 高久  
神奈川県横浜市港北区綱島東四丁目3番1号 松下通信工業株式会社内  
(74) 代理人 100105050  
弁理士 鷲田 公一

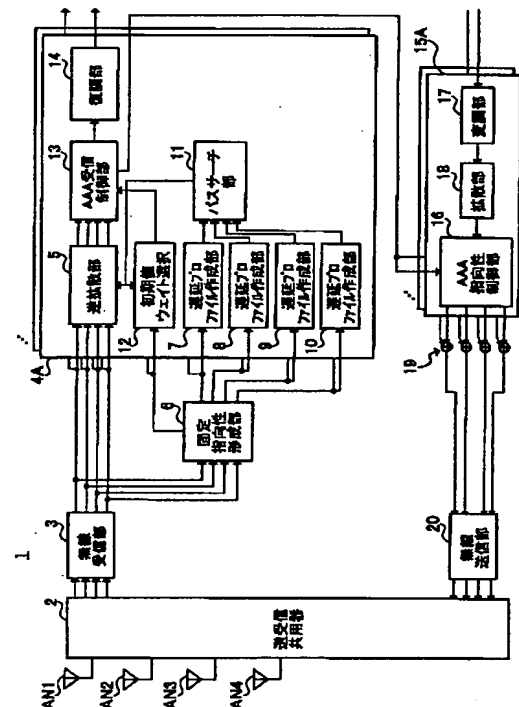
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 無線受信装置及び指向性受信方法

(57) 【要約】

【課題】 アダプティブアレイアンテナにおいて、伝送波の到来方向に応じた最適なウェイトを短時間で求めること。

【解決手段】 パスサーチ部11によって最大ピークが検出された遅延プロファイルに対応する固定ウェイトを初期値ウェイト選択部12によって選択し、これをアダプティブアレイアンテナ受信制御部13の最適化アルゴリズムの初期値ウェイトとして使ってアダプティブアレイアンテナの最適ウェイトを算出するようにしたことにより、最適化アルゴリズムにより最適ウェイトを算出するまでの時間を短縮できる。



## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】 遅延プロファイルに現れるピークの方  
向を検出し、その方向を考慮してアダプティブアレイアン  
テナのウエイトを求めることを特徴とする無線受信装  
置。

【請求項 2】 複数のアンテナ素子と、  
前記複数のアンテナ素子の出力を固定のウエイトを用い  
て合成することにより複数の固定的指向性受信信号を形  
成する固定的指向性形成手段と、  
前記複数の指向性受信信号のそれぞれについて遅延プロ  
ファイルを作成する遅延プロファイル作成手段と、  
前記複数の遅延プロファイルに現れるピークを検出する  
ことにより伝送波の到来方向を推定する到来方向推定手  
段と、  
前記複数のアンテナ素子で得られる複数の受信信号に対  
して加える適応的なウエイトを前記推定方向を考慮して  
算出し、算出したウエイトを用いて前記複数の受信信号  
を合成することにより、適応的な指向性受信信号を形成  
する適応的指向性形成手段とを具備することを特徴とす  
る無線受信装置。

【請求項 3】 複数のアンテナ素子と、  
前記複数のアンテナ素子の出力を固定のウエイトを用い  
て合成することにより複数の固定的指向性受信信号を形  
成する固定的指向性形成手段と、  
前記複数の指向性受信信号のそれぞれについて遅延プロ  
ファイルを作成する遅延プロファイル作成手段と、  
前記複数の遅延プロファイルに現れるピークを検出する  
ことにより伝送波の到来方向を推定する到来方向推定手  
段と、  
所定角度範囲内で指向性ビームを走査して最大の受信レ  
ベルが得られた方向の受信信号を取得するビームステア  
リング受信手段と、  
前記推定方向に基づいて前記ビームステアリング受信手  
段の走査範囲を選定する走査範囲選定手段とを具備する  
ことを特徴とする無線受信装置。

【請求項 4】 適応的指向性形成手段は、最大ピークが  
検出された遅延プロファイルに対応する指向性受信信号  
を形成する際に用いた固定ウエイトを使って適応的なウ  
エイトを算出することを特徴とする請求項 2 に記載の無  
線受信装置。

【請求項 5】 適応的指向性形成手段は、最大ピークが  
検出された遅延プロファイルに対応する指向性受信信号  
を形成する際に用いた固定ウエイトを、最適化アルゴリ  
ズムの初期値ウエイトとして使って適応的なウエイトを  
算出することを特徴とする請求項 4 に記載の無線受信装  
置。

【請求項 6】 適応的指向性形成手段は、到来方向推定  
手段により最大ピーク値に近い値のピーク値が別の遅延  
プロファイルで検出された場合、最大ピークが検出され  
た方向とそれに近い値のピークが検出された方向の間の

方向に対応する固定ウエイトを、最適化アルゴリズムの  
初期値ウエイトとして使って適応的なウエイトを算出す  
ることを特徴とする請求項 2 に記載の無線受信装置。

【請求項 7】 適応的指向性形成手段は、到来方向推定  
手段により互いに隣接しない指向性方向でピークが検出  
された場合、ピークが検出された間の全ての方向をカバ  
ーできるようなウエイトを、最適化アルゴリズムの初期  
値ウエイトとして使って適応的なウエイトを算出するこ  
とを特徴とする請求項 2 に記載の無線受信装置。

【請求項 8】 適応的指向性手段により得られた適応的  
指向性受信信号の希望波対干渉波比を検出する S I R 検  
出手段を具備し、

S I R 値が所定値よりも小さい場合には、最適化アルゴ  
リズムの初期値ウエイトを再度同じ処理により設定し直  
し、設定し直した初期値ウエイトを使って最適化アルゴ  
リズムを実行することにより適応的なウエイトを算出す  
ることを特徴とする請求項 5 から請求項 7 のいずれかに  
記載の無線受信装置。

【請求項 9】 適応的指向性形成手段は、到来方向推定  
手段によりピークの現れる遅延プロファイルが瞬時に切  
り替わることが検出された場合、最大ピークが検出され  
た固定的指向性に対応する固定ウエイトを適応的ウエ  
イトとして用いて適応的な指向性受信信号を形成するこ  
とを特徴とする請求項 2 に記載の無線受信装置。

【請求項 10】 請求項 5 から請求項 9 のいずれかに記  
載の無線受信装置と、

当該無線受信装置の適応的指向性形成手段で算出したウ  
エイトを用いて送信信号を合成することにより受信時と  
同じ指向性で送信信号を発信する送信手段とを具備し、  
送信相手から受信した自局の送信電力制御信号を基に、  
当該送信電力制御信号が自局の送信電力を増加させるこ  
とを指示する内容であった場合には、無線受信装置の適  
応的指向性形成手段は、最適化アルゴリズムの初期値ウ  
エイトを再度同じ処理により設定し直し、設定し直した  
初期値ウエイトを使って最適化アルゴリズムを実行する  
ことにより適応的なウエイトを算出することを特徴とす  
る無線通信装置。

【請求項 11】 請求項 1 から請求項 9 のいずれかに記  
載の無線受信装置を備えることを特徴とする無線基地局  
装置。

【請求項 12】 複数のアンテナ素子の出力を固定のウ  
エイトを用いて合成することにより複数の固定的指向性  
受信信号を形成し、  
前記複数の指向性受信信号のそれぞれについて遅延プロ  
ファイルを作成し、  
前記複数の遅延プロファイルに現れるピークを検出する  
ことにより伝送波の到来方向を推定し、  
前記複数のアンテナ素子で得られる複数の受信信号に対  
して加える適応的なウエイトを前記推定方向を考慮して  
算出し、算出したウエイトを用いて前記複数の受信信号

10

20

30

40

50

を合成することにより適応的な指向性受信信号を形成することを特徴とする指向性受信方法。

【請求項 13】 複数のアンテナ素子の出力を固定のウエイトを用いて合成することにより複数の固定的指向性受信信号を形成し、  
前記複数の指向性受信信号のそれぞれについて遅延プロファイルを作成し、  
前記複数の遅延プロファイルに現れるピークを検出することにより伝送波の到来方向を推定し、  
前記推定方向に応じた走査範囲を選定し、  
選定した走査範囲内で指向性ビームを走査して最大の受信レベルが得られた方向の受信信号を取得することを特徴とする指向性受信方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、指向性を適応的に制御して信号の送受信を行うアダプティブアレイアンテナ技術を用いた無線受信装置及び指向性受信方法に関する。

【0002】

【従来の技術】 従来、ディジタル無線通信においては、複数のアンテナ素子のアンテナ素子出力に複素係数（以下、「ウエイト」という）を加えて指向性を適応的に制御するアダプティブアレイアンテナ（以下、「AAA」という）技術が通信品質を改善する技術として期待されている。この AAA 技術では、複数の通信相手から送信された伝送波の到来方向が異なることを利用して指向性を適応的に制御することにより干渉波を抑圧することができる。このため、このアダプティブアレイアンテナ技術は、他チャネルからの干渉波を除去する方法として好

【0003】

【発明が解決しようとする課題】 ところで、AAA 技術では、様々な方向から到来する到来波を複数のアンテナ素子で受信し、各受信信号に対して到来方向に応じた適切なウエイトを加えて合成することにより最終的な受信信号を得るようになっていて、ウエイトが適切なものであったか否かによって、受信品質が大きく左右される。

【0004】 このため AAA 技術では、適切なウエイトを求めるための種々のウエイト制御アルゴリズムが考えられている。一般的なアルゴリズムとしては、事前知識として希望波の信号波形を、出力の評価関数として参照信号（希望信号）に対するアンテナ素子出力の誤差の自乗平均値を用いるものがある。この場合、従来の適応等化器で一般的に用いられる LMS (Least Mean Square) や RLS (Recursive Least Squares) アルゴリズムを利用することができる。

【0005】 ところが、移動体通信では、端末が移動するために伝送路の特性が高速で変動するので、従来の A

AA 技術ではその追従性に問題が生じる。すなわち、高速で変動する伝送波の到来方向に追従して適切なウエイトを短時間で順次求めていかなければならない。

【0006】 つまり、ウエイト制御のアルゴリズムでは、移動端末の移動による伝送波の到来方向の変化が最適ウエイトの算出時間よりも速い場合には、受信品質の劣化に繋がる問題がある。このため、アダプティブアレイアンテナの最適ウエイトを少しでも速く求めることができる装置及び方法が望まれている。

10 【0007】 本発明はかかる点に鑑みてなされたものであり、アダプティブアレイアンテナにおいて、伝送波の到来方向に応じた最適なウエイトを短時間で求めることができる無線受信装置及び指向性受信方法を提供することを目的とする。

【0008】

【課題を解決するための手段】 かかる課題を解決するため本発明の無線受信装置は、遅延プロファイルに現れるピークの方向を検出し、その方向を考慮してアダプティブアレイアンテナのウエイトを求める構成を採る。

20 【0009】 この構成によれば、最適な指向性方向をある程度絞り込めるので、最大受信レベルを得ることができる最適なウエイトを短時間で求めることができるようになる。

【0010】 また本発明の無線受信装置は、複数のアンテナ素子と、複数のアンテナ素子の出力を固定のウエイトを用いて合成することにより複数の固定的指向性受信信号を形成する固定的指向性形成手段と、複数の指向性受信信号のそれぞれについて遅延プロファイルを作成する遅延プロファイル作成手段と、複数の遅延プロファイルに現れるピークを検出することにより伝送波の到来方向を推定する到来方向推定手段と、複数のアンテナ素子で得られる複数の受信信号に対して加える適応的なウエイトを推定方向を考慮して算出し、算出したウエイトを用いて複数の受信信号を合成することにより適応的な指向性受信信号を形成する適応的指向性形成手段とを具備する構成を採る。

【0011】 この構成によれば、到来方向推定手段により検出された推定方向は、受信レベルの最大となる方向に近い方向なので、ある程度方向が絞り込まれる。この結果、適応的指向性形成手段はその推定方向を考慮して最適ウエイトを算出するので、最適なウエイトを算出するための時間が短縮される。

【0012】 また本発明の無線受信装置は、複数のアンテナ素子と、複数のアンテナ素子の出力を固定のウエイトを用いて合成することにより複数の固定的指向性受信信号を形成する固定的指向性形成手段と、複数の指向性受信信号のそれぞれについて遅延プロファイルを作成する遅延プロファイル作成手段と、複数の遅延プロファイルに現れるピークを検出することにより伝送波の到来方向を推定する到来方向推定手段と、所定角度範囲内で指

向性ビームを走査して最大の受信レベルが得られた方向の受信信号を取得するビームステアリング受信手段と、推定方向に基づいてビームステアリング受信手段の走査範囲を選定する走査範囲選定手段とを具備する構成を採る。

【0013】この構成によれば、ビームステアリング受信手段のビーム走査範囲は、到来方向推定手段により推定された方向に絞り込まれるので、広い走査範囲を順次走査して最大受信レベルを得る場合と比較して、短時間で最適な方向に指向性ビームを向けることができる。

【0014】また本発明の無線受信装置では、適応的指向性形成手段は、最大ピークが検出された遅延プロファイルに対応する指向性受信信号を形成する際に用いた固定ウエイトを使って適応的なウエイトを算出する構成を採る。

【0015】この構成によれば、最大ピークが得られた方向の固定的指向性形成手段の固定ウエイトを使って適応的なウエイトを算出すれば、適応的指向性形成手段が算出しようとしている最適ウエイトにある程度近いウエイトから最適ウエイトの算出処理を行えるので、当該算出時間を短縮できる。

【0016】また本発明の無線受信装置では、適応的指向性形成手段は、最大ピークが検出された遅延プロファイルに対応する指向性受信信号を形成する際に用いた固定ウエイトを、最適化アルゴリズムの初期値ウエイトとして使って適応的なウエイトを算出する構成を採る。

【0017】この構成によれば、最大ピークが得られた方向の固定的指向性形成手段の固定ウエイトを最適化アルゴリズムの初期値としているので、最適化アルゴリズムにより最適ウエイトを算出するまでの時間を短縮できる。

【0018】また本発明の無線受信装置では、適応的指向性形成手段は、到来方向推定手段により最大ピーク値に近い値のピーク値が別の遅延プロファイルで検出された場合、そのピーク値が検出された方向と最大ピーク値が検出された方向の間の方向に対応する固定ウエイトを最適化アルゴリズムの初期値ウエイトとして使って適応的なウエイトを算出する構成を採る。

【0019】この構成によれば、最大ピークとそれに近いピークが異なる方向の遅延プロファイルで検出されるということは、通信相手からのパスがそれらの方向の間に存在していると考えられるので、ピークの現れた方向の固定ウエイトからその間の方向に相当するウエイトを求め、それを最適化アルゴリズムの初期値ウエイトとして使えば、最適化アルゴリズムにより最適ウエイトを算出するまでの時間を短縮できる。

【0020】また本発明の無線受信装置は、適応的指向性形成手段は、到来方向推定手段により互いに隣接しない指向性方向でピークが検出された場合、ピークが検出された間の全ての方向をカバーできるようなウエイト

を、最適化アルゴリズムの初期値ウエイトとして使って適応的なウエイトを算出する構成を採る。

【0021】この構成によれば、到来方向推定手段によって互いに隣接しない方向にピークが検出されたということは伝送波が広い範囲の方向から到来していると推定できるので、適応的指向性形成手段はこれら全ての伝送波を受信できるような広い指向性幅を初期値ウエイトとして使う。この結果、様々な方向から到来する伝送波を逃すことなく短時間で最適ウエイトを算出できる。

【0022】また本発明の無線受信装置は、適応的指向性手段により得られた適応的指向性受信信号の希望波対干渉波比を検出するSIR検出手段を具備し、SIR値が所定値よりも小さい場合には、最適化アルゴリズムの初期値ウエイトを再度同じ処理により設定し直し、設定し直した初期値ウエイトを使って最適化アルゴリズムを実行することにより適応的なウエイトを算出する構成を採る。

【0023】この構成によれば、SIR検出手段により低い値のSIR値が検出されるということは、適応的指向性手段で算出したウエイトが最適なものではなかった可能性が高いので、遅延プロファイルを参照して最適化アルゴリズムの初期値を設定し直した後、再度最適化アルゴリズムを実行して最適ウエイトを求める。この結果、最適ウエイトを短時間で求めることができると共に受信品質を向上させることができる。

【0024】また本発明の無線受信装置は、適応的指向性形成手段は、到来方向推定手段によりピークの現れる遅延プロファイルが瞬時に切り替わることが検出された場合、最大ピークが検出された固定的指向性に対応する固定ウエイトを適応的ウエイトとして用いて適応的な指向性受信信号を形成する構成を採る。

【0025】この構成によれば、到来方向推定手段によりピークの現れる遅延プロファイルが瞬時に切り替わることが検出されたということは、通信相手が高速移動している可能性が高いことを意味する。このような場合、適応的指向性形成手段は適応的なウエイトを求めることを止めて、最大ピークが検出された固定的指向性に対応する固定ウエイトを用いる。この結果、適応的指向性形成手段において高速移動する通信端末に追従した受信動作ができるようになる。

【0026】また本発明の無線通信装置は、上記無線受信装置と、無線受信装置の適応的指向性形成手段で算出したウエイトを用いて送信信号を合成することにより受信時と同じ指向性で送信信号を発信する送信手段とを具備し、送信相手から受信した自局の送信電力制御信号を基に、当該送信電力制御信号がある特定の期間以上自局の送信電力を増加させることを指示する内容であった場合には、無線受信装置の適応的指向性形成手段は、最適化アルゴリズムの初期値ウエイトを再度同じ処理により設定し直し、設定し直した初期値ウエイトを使って最適

10

20

30

40

50

化アルゴリズムを実行することにより適応的なウエイトを算出する構成を採る。

【 0 0 2 7 】 この構成によれば、送信相手から受信した送信電力制御信号が長い時間自局の送信電力を増加させることを指示する内容であるということは、現在送信相手に対して送信している信号が適切な指向性で発信されていないと考えられる。ここで送信手段は適応的指向性形成手段と同じ指向性で電波を発信していることを考えると、適応的指向性形成手段で求めたウエイトが最適なものでない可能性が高いので、このような場合に再度初期値を設定し直した後、再度最適化アルゴリズムを実行する。この結果、受信品質を向上させることができる。

【 0 0 2 8 】 また本発明の無線基地局装置は、上記無線受信装置を備える構成を採る。

【 0 0 2 9 】 また本発明の指向性受信方法は、複数のアンテナ素子の出力を固定のウエイトを用いて合成することにより複数の固定的指向性受信信号を形成し、複数の指向性受信信号のそれぞれについて遅延プロファイルを作成し、複数の遅延プロファイルに現れるピークを検出することにより伝送波の到来方向を推定し、複数のアンテナ素子で得られる複数の受信信号に対して加える適応的なウエイトを推定方向を考慮して算出し、算出したウエイトを用いて複数の受信信号を合成することにより適応的な指向性受信信号を形成する。

【 0 0 3 0 】 この方法によれば、最大ピークの方に絞り込んだウエイトから最適なウエイトを算出できるので、最適ウエイトを短時間で算出できるようになる。

【 0 0 3 1 】 また本発明の指向性受信方法は、複数のアンテナ素子の出力を固定のウエイトを用いて合成することにより複数の固定的指向性受信信号を形成し、複数の指向性受信信号のそれぞれについて遅延プロファイルを作成し、複数の遅延プロファイルに現れるピークを検出することにより伝送波の到来方向を推定し、推定方向に応じた走査範囲を選定し、選定した走査範囲内で指向性ビームを走査して最大の受信レベルが得られた方向の受信信号を取得する。

【 0 0 3 2 】 この方法によれば、指向性ビームの走査範囲が、最も高い受信レベルが得られると推定される最大ピークの方に絞り込まれるので、広い走査範囲を順次走査して最大受信レベルを得る場合と比較して、短時間で最適な方向に指向性ビームを向けることができる。

【 0 0 3 3 】

【発明の実施の形態】 本発明の骨子は、固定ウエイトを使って作成された複数の固定指向性方向毎の遅延プロファイルから伝送波の到来方向を推定し、その方向を基にアダプティブアレイアンテナの最適ウエイトを求めることである。この結果、アダプティブアレイアンテナの最適ウエイトを短時間で求めることができる。

【 0 0 3 4 】 以下、本発明の実施形態について図面を参照して詳細に説明する。

【 0 0 3 5 】 （実施の形態 1） 図 1 において、1 は全体として無線基地局装置を示す。無線基地局装置 1 は複数のアレイアンテナ AN 1 ~ AN 4 を有し、各アレイアンテナ AN 1 ~ AN 4 で受信した信号を送受信共用器 2 に入力する。送受信共用器 2 は受信信号と送信信号を切り分け、受信信号を無線受信部 3 に送出する。無線受信部 3 は受信信号に対してダウンコンバートやアナログディジタル変換処理等の処理を行った後、処理後の信号を通信相手となる無線端末分だけ設けられた受信信号処理回路 4 A ..... の逆拡散部 5 に送出すると共に固定指向性形成部 6 に送出する。

【 0 0 3 6 】 固定指向性形成部 6 は、図 2 に示すような複数の固定指向性 # 1 ~ # 4 を形成する。實際上、固定指向性形成部 6 は 4 つのアレイアンテナからの受信信号に対して、それぞれ異なる固定ウエイトを掛けてそれらを足し合わせて合成することで 4 つの指向性受信信号を形成する。すなわち固定指向性形成部 6 では、4 種類の固定ウエイトを使って 4 つの固定指向性 # 1 ~ # 4 を形成する。

【 0 0 3 7 】 そして図 2 の固定指向性 # 1 の基で得られた指向性受信信号が遅延プロファイル作成部 7 に、固定指向性 # 2 の基で得られた指向性受信信号が遅延プロファイル作成部 8 に、固定指向性 # 3 の基で得られた指向性受信信号が遅延プロファイル作成部 9 に、固定指向性 # 4 の基で得られた指向性受信信号が遅延プロファイル作成部 1 0 にそれぞれ送出される。

【 0 0 3 8 】 以下、説明を簡単化するため各無線端末分だけ設けられている複数の受信信号処理回路 4 A ..... のうち、一つの受信信号処理回路 4 A のみに着目して説明する。遅延プロファイル作成部 7 ~ 1 0 は固定指向性受信信号ぶんだけ設けられており、固定指向性形成部 6 により得られた各指向性受信信号に対して遅延プロファイルを作成する。

【 0 0 3 9 】 具体的には、遅延プロファイル作成部 7 ~ 1 0 は無線端末に対応した拡散符号列を少しずつ時間をずらしながら指向性受信信号に乗算して足し合わせ（すなわち逆拡散し）、各時点で得られる逆拡散結果の信号レベルを時間方向に展開することで遅延プロファイルを作成する。

【 0 0 4 0 】 各遅延プロファイル作成部 7 ~ 1 0 によって作成された遅延プロファイルデータは、到来方向推定手段としてのパスサーチ部 1 1 に送出される。パスサーチ部 1 1 は各遅延プロファイル毎にピークを検出し、ピーク検出結果を逆拡散部 5 及び初期値ウエイト選択部 1 2 に送出する。

【 0 0 4 1 】 逆拡散部 5 はマッチドフィルタにより構成されている。マッチドフィルタはパスサーチ部 1 1 によって検出されたピークのタイミングで受信信号に対して無線端末に対応する拡散符号を乗じることにより拡散前の信号を復元する。逆拡散後の信号はアダプティブアレ

10

20

30

40

50

イアンテナ受信制御部（AAA受信制御部）13に送出される。

【0042】初期値ウエイト選択部12は、パスサーチ部11からピーク検出結果を入力すると共に、固定指向性形成部6から固定指向性を形成する際に用いた複数の固定ウエイトを入力する。そして初期値ウエイト選択部12は、複数の固定ウエイトの中から最大ピークが検出された遅延プロファイルに対応する固定ウエイトを選択し、これをAAA受信制御部13に送出する。

【0043】AAA受信制御部13は適応的指向性形成手段として機能し、逆拡散部5により得られた複数の受

$$W(m+1) = W(m) + \mu X(m) e(m) \quad \dots\dots\dots (1)$$

但し、 $W(m)$  は時間 $m$ におけるウエイトを、 $X(m)$  は時間 $m$ における入力信号を、 $e(m)$  は時間 $m$ における誤差信号を、 $\mu$  はステップサイズを、 $m$  は時間を表すものとする。

【0046】このときこの実施の形態のAAA受信制御部13では、初期値ウエイト $W(0)$  として、初期値ウエイト選択部12によって選択された固定ウエイトを用いようになされており、これによりAAA受信制御部13は無指向性の状態からアルゴリズムを実行する場合と比較して短時間で最適ウエイトを算出することができる。

【0047】AAA受信制御部13により最適ウエイトを用いて形成された適応的指向性受信信号は復調部14に送出される。復調部14はRAKE合成器や復号器、SIR測定器により構成され、入力した適応的指向性受信信号をRAKE合成した後、復号することにより復号データを得る。

【0048】またAAA受信制御部13により求められ用いられた最適ウエイトは送信信号処理回路15A……のアダプティブアレイアンテナ指向性制御部（AAA指向性制御部）16に送出される。AAA指向性制御部16は入力した最適ウエイトを用いて、対応する無線端末に送信するための指向性送信信号を形成する。

【0049】ここで無線基地局装置1の送信系について簡単に説明する。送信系は各無線端末に対応する送信データを送信信号処理回路15A……の変調部17に入力する。変調部17は送信データに対して符号化処理を施すと共に1次変調としてQPSK変調処理等を施した後、処理後の信号を拡散部18に送出する。拡散部18は送信データを所定の拡散符号を用いてチップ単位に拡散し、拡散後の信号をAAA指向性制御部16に送出する。

【0050】AAA指向性制御部16は、上述したようにAAA受信制御部13から入力した最適ウエイトを用いて指向性送信信号を形成する。各無線端末に対応する送信信号処理回路15A……のAAA指向性制御部16から出力された無線端末毎の指向性送信信号は、加算部19により加算された後、無線送信部20に送出され

信信号に対して、最適なウエイトを加えることにより複数の受信信号を合成する。この際、AAA受信制御部13は所定のアルゴリズムを実行することにより、受信信号レベルが最大となるような最適ウエイトを求める。

【0044】この実施の形態のAAA受信制御部13は、最適化アルゴリズムとして、最急降下法（LMS（Least Mean Square））アルゴリズムを実行することで最適ウエイトを求めるようになっている。すなわちAAA受信制御部13は、次式で表される最適化アルゴリズムを実行する。

【0045】

る。無線送信部20は加算された指向性送信信号に対してディジタルアナログ変換処理やアップコンバート処理を施し、処理後の信号を送受信共用器2を介して各アレイアンテナAN1～AN4に送出する。これにより受信時に得た各無線端末に対する最適の指向性で、各無線端末に対して指向性送信信号が発信される。

【0051】以上の構成において、無線基地局装置1では、先ず固定指向性形成部6により複数のアレイアンテナAN1～AN4の出力を固定のウエイトを用いて合成することで複数の固定的指向性受信信号を形成する。そして遅延プロファイル作成部7～10において、複数の固定的指向性受信信号のそれぞれについて遅延プロファイルを作成する。

【0052】次にパスサーチ部11が複数の遅延プロファイルのうち最大ピークが現れる遅延プロファイルを検出することにより最大パスの方向を推定する。そして最大パスが現れた方向の情報を初期値ウエイト選択部12に送出する。例えば図3に示すように、遅延プロファイル作成部7～10からそれぞれ図3（a）、（b）、

（c）、（d）に示すような遅延プロファイルが作成された場合には、遅延プロファイル作成部7により作成された遅延プロファイル（図3（a））に最大ピークが現れるので、パスサーチ部11はこのことを示す情報を初期値ウエイト選択部12に送出する。

【0053】すると、初期値ウエイト選択部12は、固定指向性形成部6から入力した複数の固定ウエイトの中から（実施の形態の場合には4個）、遅延プロファイル作成部7に入力された固定指向性受信信号を形成する際に用いた固定ウエイトを選択してAAA受信制御部13に送出する。

【0054】AAA受信制御部13は、初期値ウエイト選択部12から入力された固定ウエイトを初期値ウエイトとして、上述した（1）式の最適化アルゴリズムを実行することにより、受信信号レベルを最大にできるような最適ウエイトを算出する。これにより、最大ピークの方

【0055】因みに、最大ピークの方向は限られた数

(実施の形態の場合4個)の指向性により求められた方向であり、この方向が最大の受信信号レベルが得られる方向とは限らない。つまり、AAA受信制御部13で算出される最適ウエイトとは、最良の結果が得られた固定ウエイトよりもさらに指向性の分解能を高めて得たウエイトであるといえることができる。

【0056】かくして以上の構成によれば、最大ピークが検出された遅延プロファイルに対応する固定ウエイトを、最適化アルゴリズムの初期値ウエイトとして使ってアダプティブアレイアンテナの最適ウエイトを算出する

ようにしたことにより、最適化アルゴリズムにより最適ウエイトを算出するまでの時間を短縮できる。

【0057】(実施の形態2)この実施の形態の無線基地局装置は、図1の初期値ウエイト選択部12の初期値ウエイト選択処理が上述した実施の形態1と異なることを除いて、実施の形態1と同様の構成を有する。このためこの実施の形態は、実施の形態1で用いた図1を参照して説明する。

【0058】この実施の形態は、遅延プロファイル作成部7~10によって、図4に示すような遅延プロファイルが作成された場合に対応するためのものである。すなわち遅延プロファイル作成部7~10によってそれぞれ図4(a)、(b)、(c)、(d)に示すような遅延プロファイルが作成されたとする。このとき初期値ウエイト選択部12はこの情報をパスサーチ部11から取得すると、固定指向性形成部6から入力される固定ウエイトを使ってパスサーチ部11から取得した情報に応じたウエイトを算出し、算出したウエイトをAAA受信制御部13に送出する。

【0059】具体的には、図4に示すような、最大ピークとそれに近いピークが異なる方向の遅延プロファイル#1、#2で得られたということは、無線端末(MS)からの伝送波は図5に示すような方向から到来していると考えられる。そこで初期値ウエイト選択部12は、固定指向性形成部6から入力した4つの固定ウエイトのうちのいずれかをそのままAAA受信制御部13に出力するのではなく、固定ウエイトから新たなウエイトを算出してからAAA受信制御部13に出力する。

【0060】図4及び図5の例では、固定指向性方向#1及び#2の中間の方向から伝送波が到来するので、初期値ウエイト選択部12は固定指向性方向#1に対応する固定ウエイトと固定指向性方向#2に対向する固定ウエイトを用いて、固定指向性方向#1及び#2の中間方向に対応する新たなウエイトを算出する。因みに、この新たなウエイトは簡単な比例計算により算出できる。

【0061】AAA受信制御部13は、初期値ウエイト選択部12により算出された新たなウエイトを初期値として最適化アルゴリズムを実行することにより、最適ウエイトを算出する。

【0062】かくして以上の構成によれば、最大ピーク

とそれに近いピークが異なる方向の遅延プロファイルで検出されたときに、ピークの現れた方向の固定ウエイトからその間の方向に相当するウエイトを求め、それを最適化アルゴリズムの初期値ウエイトとして用いるようにしたことにより、無線端末からの到来波が固定指向性方向の中心から外れている場合でも最適化アルゴリズムにより最適ウエイトを算出するまでの時間を短縮できる。

【0063】なお上述の実施の形態では、複数のパスが異なる指向性から検出された場合について述べたが、本発明はこれに限らず、同一パスが異なる指向性から検出された場合でも同様の処理を行うことができ、この場合も上述の実施の形態と同様の効果を得ることができる。

【0064】(実施の形態3)この実施の形態の無線基地局装置は、図1の初期値ウエイト選択部12の初期値ウエイト選択処理が上述した実施の形態1と異なることを除いて、実施の形態1と同様の構成を有する。このためこの実施の形態は、実施の形態1で用いた図1を参照して説明する。

【0065】この実施の形態は、遅延プロファイル作成部7~10によって、図6に示すような遅延プロファイルが作成された場合に対応するためのものである。すなわち遅延プロファイル作成部7~10からそれぞれ図6(a)、(b)、(c)、(d)に示すような遅延プロファイルが作成されたとする。このとき初期値ウエイト選択部12はこの情報をパスサーチ部11から取得すると、固定指向性形成部6から入力される固定ウエイトを使ってパスサーチ部11から取得した情報に応じたウエイトを算出し、算出したウエイトをAAA受信制御部13に送出する。

【0066】具体的には、図6に示すような、最大ピークとそれに近いピークが互いに隣接しない固定指向性方向#1、#3から得られたということは、無線端末からの伝送波はマルチパスとなっており、図7に示すような複数方向から到来していると考えられる。そこでマルチパスが広い範囲の方向から到来していることを考慮して、これら全てのパスを受信できるような広い指向性幅を初期値ウエイトとして使う。

【0067】このため初期値ウエイト選択部12は、固定指向性形成部6から入力した固定ウエイトを使って広い指向性幅のウエイトを算出し、それをAAA受信制御部13に出力するようになっている。この実施の形態の場合には、指向性方向#1~#3をカバーできるようなウエイトを算出する。

【0068】AAA受信制御部13は、初期値ウエイト選択部12により算出された広い指向性幅をもったウエイトを初期値として最適化アルゴリズムを実行することにより、最適ウエイトを算出する。

【0069】かくして以上の構成によれば、最大ピークとそれに近いピークが互いに隣接しない固定指向性方向の遅延プロファイルで検出されたときに、ピークが検出



された間の全ての方向をカバーできるような広い指向性幅をもったウエイトを求め、それを最適化アルゴリズムの初期値ウエイトとして使って最適ウエイトを算出するようにしたことにより、様々な方向から到来する伝送波を逃すことなく短時間で最適ウエイトを算出できる。

【0070】（実施の形態4）この実施の形態の無線基地局装置は、図1の初期値ウエイト選択部12の初期値ウエイト選択処理及びAAA受信制御部13の最適ウエイト算出処理が上述した実施の形態1と異なることを除いて、実施の形態1と同様の構成を有する。このためこの実施の形態は、実施の形態1で用いた図1を参照して説明する。

【0071】この実施の形態は、遅延プロファイル作成部7～10によって、図8に示すような遅延プロファイルが作成された場合に対応するためのものである。具体的には、遅延プロファイル作成部7～10によって、ある時点で図8（a）～（d）に示すような遅延プロファイルが作成され、次の時点で図8（a）'～（d）'に示すような遅延プロファイルが作成されたとする。

【0072】このとき初期値ウエイト選択部12はこの情報をパスサーチ部11から取得すると、固定指向性形成部6から入力される固定ウエイトのうち、最大ピークが現れた遅延プロファイルに対応した固定ウエイトをAAA受信制御部13に送出する。この実施の形態の場合には、固定指向性方向#1と固定指向性方向#2に交互に最大ピークが現れているので、初期値ウエイト選択部6は固定指向性方向#1に対応した固定ウエイトと固定指向性方向#2に対応した固定ウエイトを交互にAAA受信制御部13に送出する。

【0073】AAA受信制御部13は、初期値ウエイト選択部12から入力した固定ウエイトをそのまま最適ウエイトとして用いて受信信号を合成する。すなわちこの実施の形態の場合、AAA受信制御部13は最適化アルゴリズムを実行しない。

【0074】ここで図8に示すように、最大ピークの現れる遅延プロファイルが瞬時に切り替わることが検出されたということは、図9に示すように、通信相手が高速移動している可能性が高いことを意味する。

【0075】このような場合、AAA受信制御部13は、最適化アルゴリズムにより最適ウエイトを求めることを止めて、最大ピークが検出された固定的指向性に対応する固定ウエイトをそのまま用いる。この結果、AAA受信制御部13において高速移動する無線端末に追従した受信動作ができるようになる。つまり、高速移動する無線端末に対して最適化アルゴリズムを実行していたのでは、最適ウエイトを求めるのに要する計算時間によっては受信動作が高速移動に追従できず、受信品質が低下するおそれがある。この実施の形態では、それを有効に回避できる。

【0076】かくして以上の構成によれば、最大ピーク

の現れる遅延プロファイルが瞬時に切り替わることが検出された場合、最大ピークが検出された固定的指向性に対応する固定ウエイトをアダプティブアレイアンテナの最適ウエイトとしたことにより、高速移動する通信端末に追従した受信動作ができるようになる。

【0077】（実施の形態5）図1との対応部分に同一符号を付して示す図10において、20は全体として実施の形態5の無線基地局装置を示す。無線基地局装置20は到来方向誤り判定部21を有する。到来方向誤り判定部21は復調部14から希望波電力対干渉波電力比（SIR（Signal to Interference Ratio））を入力する。

【0078】到来方向誤り判定部21はSIR値に基づいて受信信号の劣化を観測する。到来方向誤り判定部21はSIR値が所定のしきい値よりも小さい場合には、AAA受信制御部13で求めた最適ウエイトが実際には最適なものではなかったと判定し、このとき誤り判定結果を初期値ウエイト選択部12に送出する。

【0079】初期値ウエイト選択部12は到来方向誤り判定部21から誤り判定結果を入力すると、パスサーチ部11からのピーク検出結果を参照して再び初期値ウエイトを求める。この実施の形態の初期値ウエイト選択部12は実施の形態1から実施の形態5で上述した初期値ウエイト選択部12の全ての機能を有し、入力したピーク検出結果に応じて最良の初期値ウエイトを選択又は算出してAAA受信制御部13に送出する。

【0080】AAA受信制御部13は、再び入力された初期値ウエイトを用いて再度最適化アルゴリズムを実行することにより最適ウエイトを求める。このように無線基地局装置20においては、AAA受信制御部13が再度最適ウエイトを算出する場合でも、初期値ウエイト選択部12から出力された初期値ウエイトを用いて最適ウエイトを算出するようにしているので、短時間で最適ウエイトを算出することができる。

【0081】かくして以上の構成によれば、SIR値が所定値よりも小さい場合に、遅延プロファイルを参照して最適化アルゴリズムの初期値を設定し直した後、再度最適化アルゴリズムを実行して最適ウエイトを求めるようにしたことにより、アダプティブアレイアンテナの最適ウエイトを短時間で算出できると共に、受信品質を向上させることができる。

【0082】（実施の形態6）この実施の形態の無線基地局装置は、図10の到来方向誤り判定部21の処理が上述した実施の形態5と異なることを除いて、実施の形態5と同様の構成を有する。このためこの実施の形態は、実施の形態5で用いた図10を参照して説明する。

【0083】この実施の形態の場合、到来方向誤り判定部21は復調部14から送信電力を制御するためのTPCビットを抽出する。ここで無線基地局装置20の通信相手である無線端末では、無線基地局装置20から発信

された信号を受信した際の S I R 値に基づいて無線基地局装置 20 の送信電力を制御するための T P C ビットを無線基地局装置 20 に向けて送信するようになっている。

【0084】到来方向誤り判定部 21 は、T P C ビットが無線基地局装置 20 の送信電力を連続的に増大させることを指示するものであった場合には、A A A 受信制御部 13 で求めた最適ウエイトが実際には最適なものではなかったと判定し、このとき誤り判定結果を初期値ウエイト選択部 12 に送出する。

【0085】つまり、無線端末から受信した T P C ビットが自局の送信電力を増加させることを指示する内容であるということは、現在無線端末に対して送信している信号が適切な指向性で発信されていないと考えられる。ここで A A A 指向性制御部 16 は A A A 受信制御部 13 と同じ指向性で電波を発信していることを考えると、A A A 受信制御部 13 で求めたウエイトが最適なものでない可能性が高いと考えられる。そこで無線基地局装置 20 においては、このような場合に到来方向誤り判定部 21 から誤り判定結果を出力するようになっている。

【0086】初期値ウエイト選択部 12 は、到来方向誤り判定部 21 から誤り判定結果を入力すると、パスサーチ部 11 からのピーク検出結果を参照して再び初期値ウエイトを求める。この実施の形態の初期値ウエイト選択部 12 は実施の形態 1 から実施の形態 5 で上述した初期値ウエイト選択部 12 の全ての機能を有し、入力したピーク検出結果に応じて最良の初期値ウエイトを選択又は算出して A A A 受信制御部 13 に送出する。A A A 受信制御部 13 は、再び入力された初期値ウエイトを用いて再度最適化アルゴリズムを実行することにより最適ウエイトを求める。

【0087】かくして以上の構成によれば、T P C ビットが自局の送信電力を連続して増大させることを示すものであった場合に、遅延プロファイルを参照して最適化アルゴリズムの初期値を設定し直した後、再度最適化アルゴリズムを実行して最適ウエイトを求めるようにしたことにより、アダプティブアレイアンテナの最適ウエイトを短時間で算出できると共に、受信品質を向上させることができる。

【0088】（実施の形態 7）図 1 との対応部分に同一符号を付して示す図 11 において、30 は全体として実施の形態 7 の無線基地局装置を示す。この実施の形態の A A A 受信制御部 31 は実施の形態 1 ～実施の形態 6 のように最適化アルゴリズムを実行するのではなく、ビームステアリングの手法により受信信号レベルが最大となる方向にビームを向けるようになっている。このため A A A 受信制御部 31 は所定の走査範囲内でビームを走査する。

【0089】かかる構成に加えて、無線基地局装置 30 はスイープ範囲選定部 32 を有する。スイープ範囲選定

部 32 はパスサーチ部 11 から最大ピークが現れた方向の情報を入力し、その方向を中心として走査範囲を選定する。このときスイープ範囲選定部 32 はピークの状態に応じて適応的に走査範囲を選定する。

【0090】例えば図 3 に示すように最大ピークが 1 つの方向に現れている場合は、その方向を中心として比較的狭い範囲の走査範囲を選定する。これに対して図 4 に示すような最大ピークが現れている場合は、図 4 (a) と (b) の間の方向を中心として図 4 (a) の方向と図 4 (b) の方向をカバーできるような走査範囲を選定する。また図 6 に示すようにピークが離れた方向に現れた場合には、走査範囲を広い範囲に選定する。

【0091】A A A 受信制御部 31 はスイープ範囲選定部 32 によって選定された範囲内でビームを走査する。これにより A A A 受信制御部 31 では、最大受信レベルが得られる方向に短時間でビームを向けることができる。

【0092】具体的には、ビームステアリングのようなビームサーチ方式は、セクタ内（例えば  $-60^{\circ} \sim +60^{\circ}$ ）のどの方向に所望波が来ているかを推定する方式であり、複数の方向にビームを向けて受信を行い、どの方向で受信した場合に最も受信信号レベルが大きくなるかを判定する方式である（これをスイープと呼ぶ）。ここで受信信号が大きくなるとは、S I R 値が高い又は R S S I が大きいといった意味である。

【0093】この際、何度毎にビームサーチを行うかによって走査する量は変わってくるが、到来方向の精度を上げると考えると、 $1^{\circ}$  毎程度にすることが望ましい。この場合には 120 個の方向に対して処理を行う必要があり、処理量が非常に大きくなってしまう。

【0094】しかし、この実施の形態のように遅延プロファイルでピークの現れた指向性方向のみを走査すれば、処理の削減が可能となる。

【0095】例えばこの実施の形態のように 4 つの固定指向性に対して遅延プロファイルの作成を行った場合において、 $-15^{\circ}$  方向の指向性と  $+15^{\circ}$  方向の指向性にピークが現れた場合を考えると、 $-15^{\circ}$  を中心とした  $-30^{\circ}$  から  $0^{\circ}$  の走査範囲と、 $+15^{\circ}$  を中心とした  $0^{\circ}$  から  $30^{\circ}$  の走査範囲を走査するだけでよいことになる。この結果、ビームサーチの処理を大幅に削減することができる。

【0096】かくして以上の構成によれば、ビームステアリングの走査範囲を遅延プロファイルのピークに基づいて決めたことにより、ビーム走査範囲を適切に絞り込むことができるのでビームサーチの処理量を削減でき、広い走査範囲を順次走査して最大受信レベルを得る場合と比較して、短時間で最適な指向性ビームを作ることができる。

【0097】（他の実施の形態）なお上述の実施の形態では、本発明による無線受信装置及び指向性受信方法を

10

20

30

40

50

無線基地局装置に適用した場合について述べたが、本発明はこれに限らず、例えば携帯電話等の無線端末に適用しても上述した実施の形態と同様の効果を得ることができる。

【0098】

【発明の効果】以上説明したように、本発明によれば、固定ウエイトを使って作成された複数の固定指向性方向毎の遅延プロファイルから伝送波の到来方向を推定し、その方向を基にアダプティブアレイアンテナの最適ウエイトを求めるようにしたことにより、伝送波の到来方向に応じた最適なウエイトを短時間で求めることができる無線受信装置及び指向性受信方法を実現し得る。

【0099】またビームステアリングの手法を用いるアダプティブアレイアンテナの走査範囲を、遅延プロファイルのピークに基づいて決めたことにより、短時間で最適な指向性ビームを作ることができる無線受信装置及び指向性受信方法を実現し得る。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施の形態1～4に係る無線基地局装置の構成を示すブロック図

【図2】固定指向性形成部が形成する指向性パターンを示す略線図

【図3】実施の形態1において遅延プロファイル作成部で作成される遅延プロファイルの内容を示す略線図

【図4】実施の形態2において遅延プロファイル作成部で作成される遅延プロファイルの内容を示す略線図

【図5】実施の形態2における到来波の到来方向を示す略線図

【図6】実施の形態3において遅延プロファイル作成部で作成される遅延プロファイルの内容を示す略線図

【図7】実施の形態3における到来波の到来方向を示す略線図

【図8】実施の形態4において遅延プロファイル作成部で作成される遅延プロファイルの内容を示す略線図

【図9】実施の形態4における到来波の状態を示す略線図

【図10】実施の形態5、6の無線基地局装置の構成を示すブロック図

【図11】実施の形態7の無線基地局装置の構成を示すブロック図

【符号の説明】

1, 20, 30 無線基地局装置

4A 受信信号処理回路

5 逆拡散部

6 固定指向性形成部

7～10 遅延プロファイル作成部

11 パスサーチ部

12 初期値ウエイト選択部

13, 31 アダプティブアレイアンテナ(AAA)受信制御部

14 復調部

15A 送信信号処理回路

16 アダプティブアレイアンテナ(AAA)指向性制御部

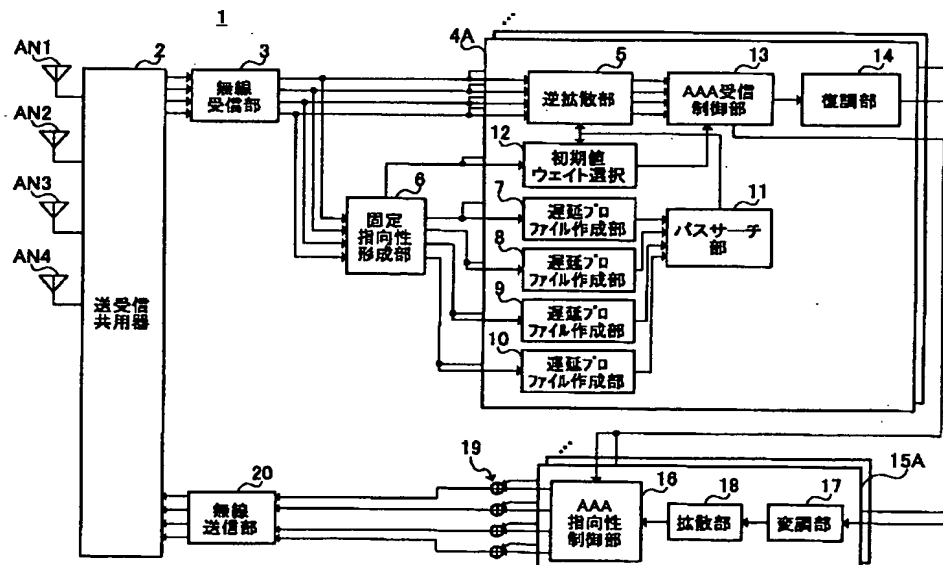
21 到来方向誤り判定部

32 スイープ範囲選定部

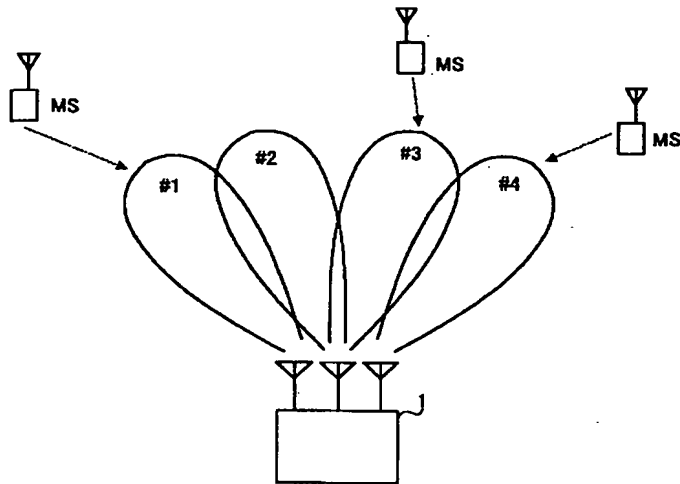
AN1～AN4 アレイアンテナ

MS 無線端末

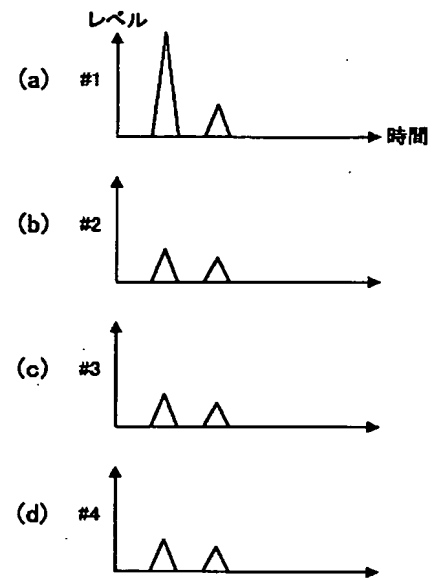
【図1】



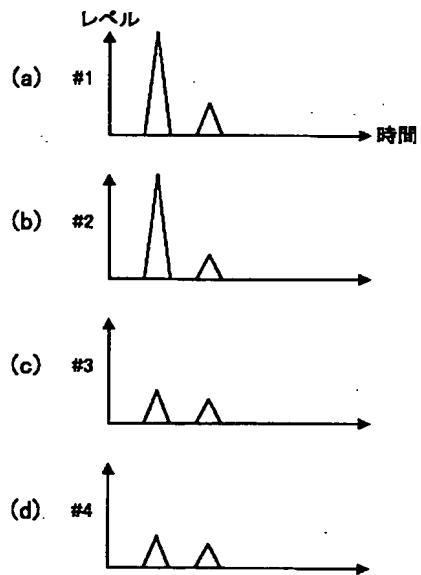
【図 2】



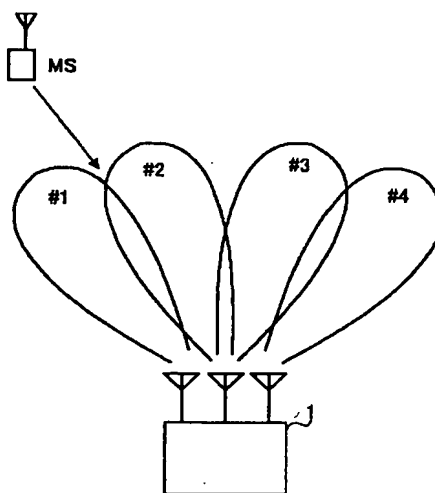
【図 3】



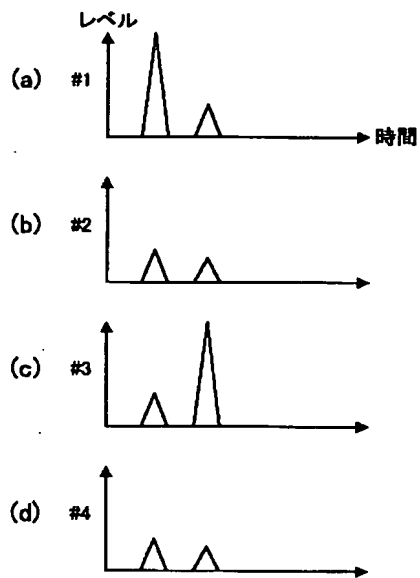
【図 4】



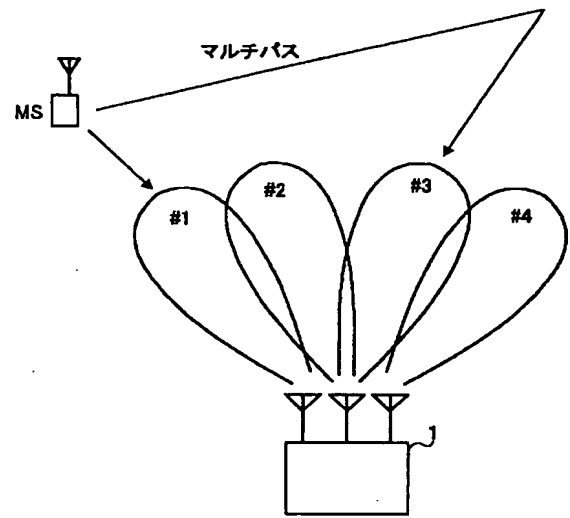
【図 5】



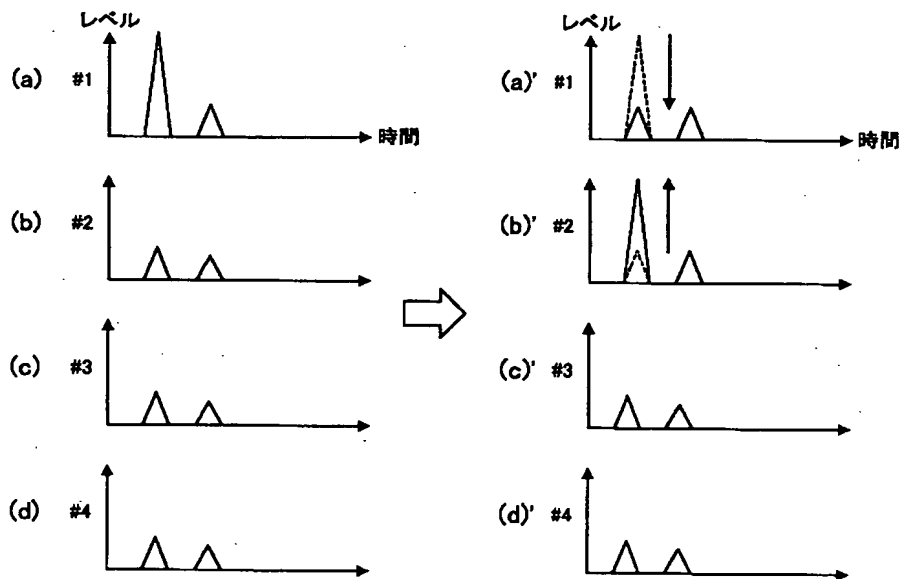
【図 6】



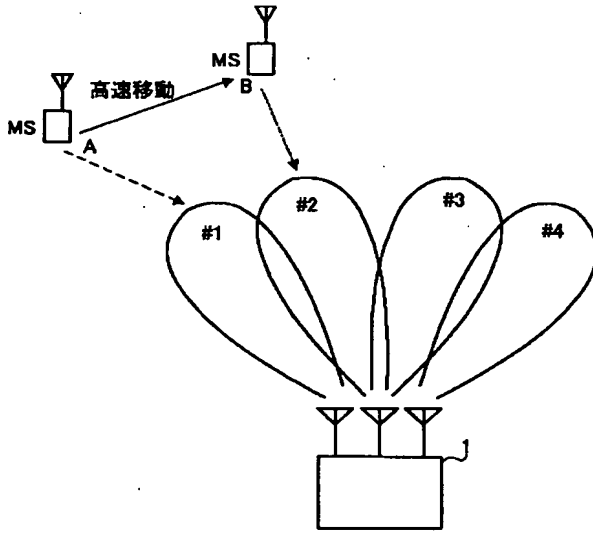
【図 7】



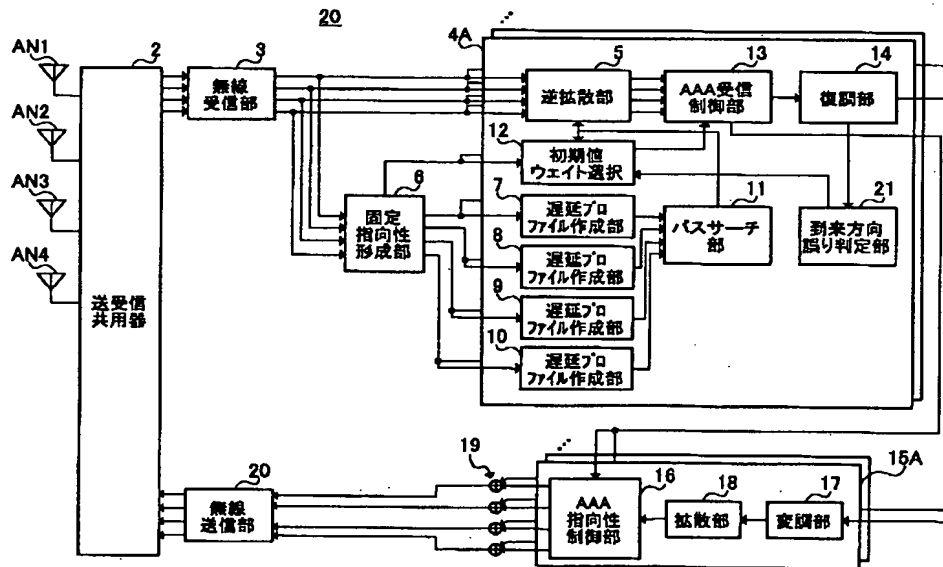
【図 8】



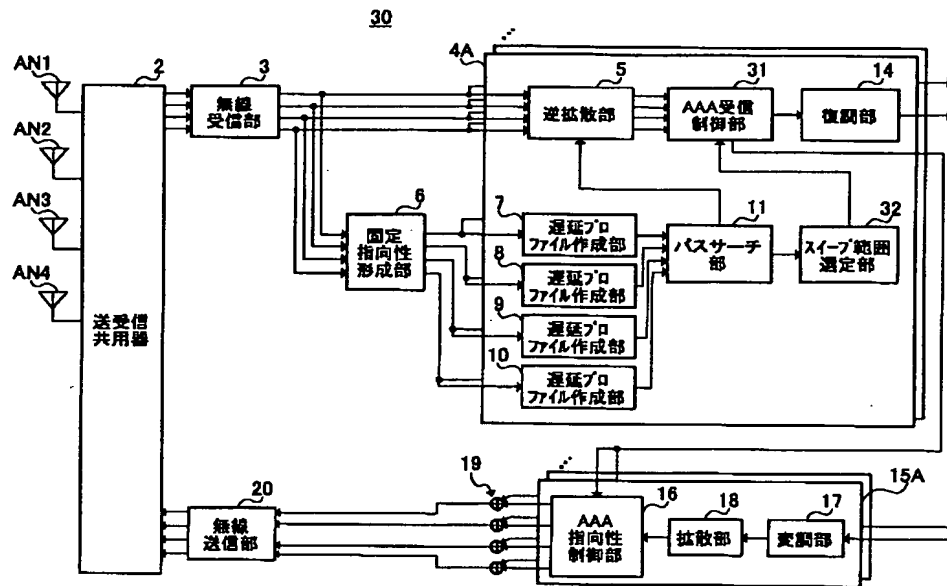
【図 9】



【図 10】



【図 11】



フロントページの続き

Fターム(参考) 5J021 AA04 AA11 DB01 EA06 EA07  
 FA09 FA13 GA02 GA08 HA10  
 5K022 EE01 EE32  
 5K052 AA01 BB08 CC06 DD03 DD04  
 EE13 FF05 FF29 FF31 GG19  
 GG42  
 5K059 CC04 DD10 DD32 DD36 EE02